

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1454991 A1

(SD) 4 F 01 D 25/30

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4248042/24-06

(22) 25.05.87

(46) 30.01.89. Бюл. № 4

(71) Харьковский политехнический  
институт им. В.И.Ленина

(72) Ю.Ф.Косяк, А.В.Гаркуша,  
В.Е.Добрынин, А.Д.Кантемир,  
А.В.Лапузин и Ю.А.Юдин

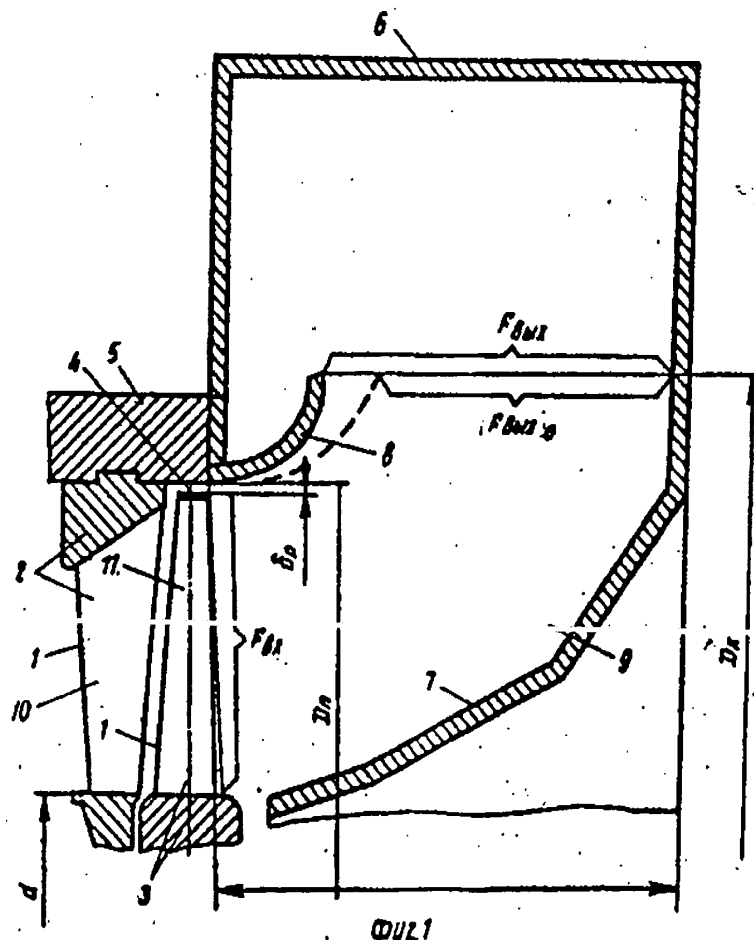
(53) 621.165 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1281683, кл. F 01 D 5/14, 1985.

Авторское свидетельство СССР  
№ 688658, кл. F 01 D 25/30, 1976.

(54) ВЫХЛОПНАЯ ЧАСТЬ ТУРБОМАШИНЫ

(57) Изобретение м.б. использовано  
в паровых и газовых турбинах. Изоб-  
ретение позволяет повысить экономич-  
ность турбомашины. Выхлопной патру-  
бок 6 расположен за турбинной сту-  
пенью 1, и его внутренний и наружный  
обводы 7 и 8 образуют диффузор (Д)  
9. Обводы 7 и 8 выполнены исходя  
из отношения площади на выходе к  
площади на входе Д 9, зависящего от  
относительного радиального зазора



рабочего колеса 3, площади на выходе Д 9 и геометрических характеристик ступени 1. Рабочее тело из рабочего колеса 3 и радиального зазора 4 поступает в Д 9, в котором происходит преобразование кинетической энер-

гии рабочего тела в потенциальную, зависящее от отношения указанных площадей Д 9. Оптимальная степень расширения Д 9 и безотрывность течения на его периферии повышают КПД турбомашины. 8 ил.

1

Изобретение относится к турбиностроению и может быть использовано в паровых и газовых турбинах.

Целью изобретения является повышение экономичности турбомашины путем увеличения эффективности выхлопного патрубка за счет оптимизации его диффузора совместно с последующей ступенью.

На фиг. 1 показана выхлопная часть турбомашины, продольное сечение; на фиг. 2 - то же, I, II и III варианты выполнения наружного обвода диффузора; на фиг. 3 - зависимость коэффициента ( $\xi_n$ ) полных потерь выхлопного патрубка от степени расширения диффузора ( $n_0$ ); на фиг. 4 - линии тока по варианту I диффузора; на фиг. 5 - линии тока по варианту II диффузора на статическом стенде; на фиг. 6 - то же, на модельной турбине; на фиг. 7 - зависимость КПД ( $\eta$ ) отсека ступень-патрубок от режимных параметров ( $u/c_\phi$ ); на фиг. 8 - значения относительной скорости ( $\bar{c} = c/c_\phi$ ) на периферии входного сечения диффузора по высоте ( $\bar{r}$ ).

Выхлопная часть турбомашины содержит турбинную ступень 1, образованную направляющим аппаратом 2 и рабочим колесом 3, которое установлено с радиальным зазором  $\delta_r$  4 относительно статора 5. За турбинной ступенью 1 расположен выхлопной патрубок 6 с внутренним 7 и наружным 8 обводами, образующими диффузор 9. Наружный и (или) внутренний обводы 7, 8 выполнены исходя из отношения площади  $F_{\text{вых}}$  на выходе к площади  $F_{\text{вх}}$  на входе диффузора 9, определяемого выражением

2

$$\frac{F_{\text{вых}}}{F_{\text{вх}}} = (0,95 \dots 1,05) \frac{F_{\text{вых}_0}}{F_{\text{вх}}} \left[ 1 + \frac{45 \operatorname{tg} \beta_{1n}}{\operatorname{tg} \beta_{1n} - \operatorname{tg} \alpha_{1n}} \bar{\delta}_p \right],$$

где  $\bar{\delta} = \delta_r/D_n$  - относительный радиальный зазор между рабочим колесом 3 и статором 5 ( $D_n$  - периферийный диаметр входного сечения диффузора 9);

$\alpha_{1n}, \beta_{1n}$  - углы выхода из лопаток 10 направляющего аппарата 2 и входа в лопатки 11 рабочего колеса 3 на периферии турбинной ступени 1;

$F_{\text{вых}_0}$  - площадь на выходе диффузора 9 при  $\delta_r = 0$ .

Отношение  $F_{\text{вых}_0}$  к  $F_{\text{вх}}$  является ступенью ( $n_0$ ) расширения диффузора 9 при  $\delta_r = 0$ . Направляющий аппарат 2 и рабочее колесо 3 содержат лопатки 10 и 11. Кривые 12 и 13 (фиг. 3) характеризуют зависимости  $\xi_n$  от  $n_0$ , полученные на статическом стенде и на турбине. Кривые 14, 15 и 16 (фиг. 7) характеризуют зависимости  $\eta$  от  $u/c_\phi$  соответственно для I, II и III вариантов диффузора. Кривые 17, 18 и 19 (фиг. 8) характеризуют изменения значений  $\bar{c}$  по  $\bar{r}$  за натурной ступенью, за модельной ступенью и на статическом стенде соответственно.

Выхлопная часть турбомашины работает следующим образом.

Рабочее тело из рабочего колеса 3 турбинной ступени 1 и из радиального зазора 4 попадает в диффузор 9.

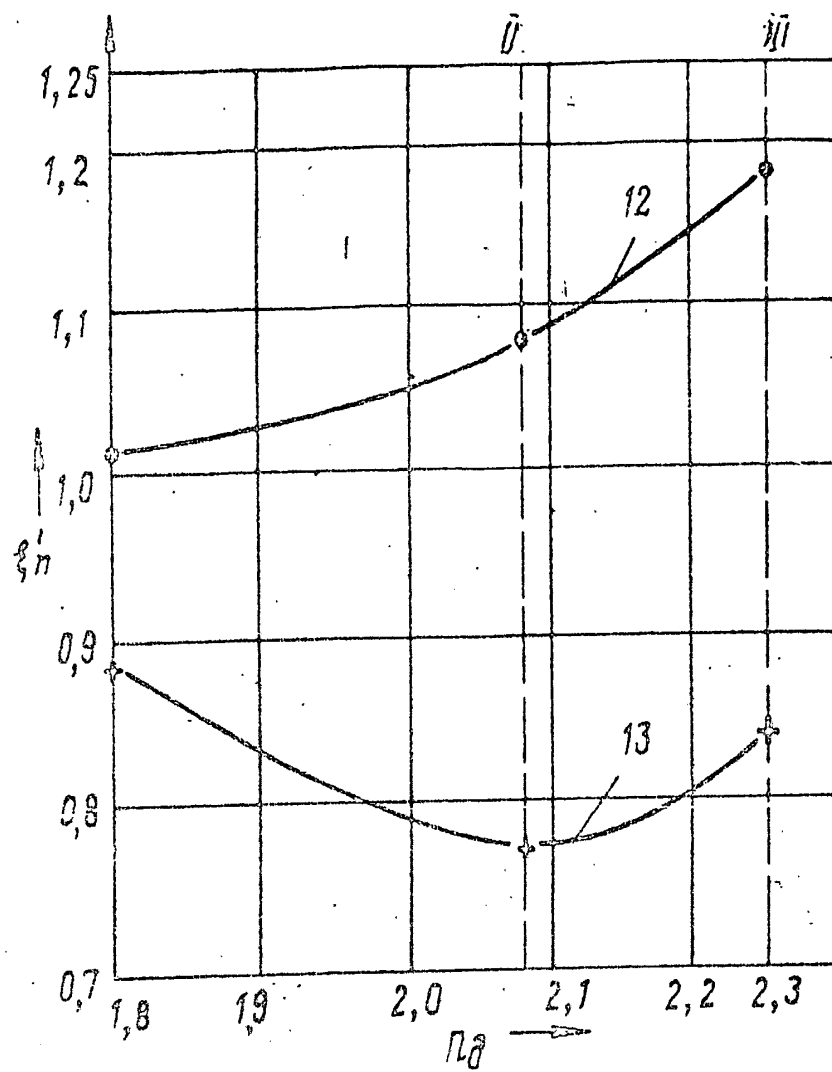


рис. 3

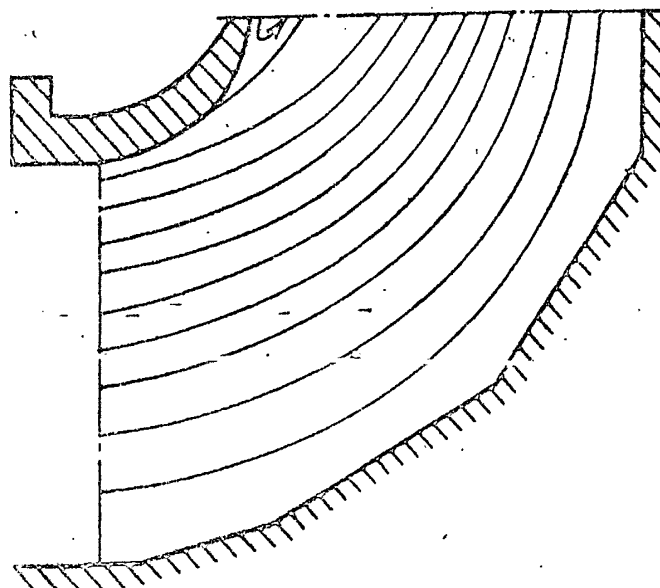


рис. 4

в котором происходит преобразование кинетической энергии рабочего тела в потенциальную. Степень этого преобразования зависит от степени расширения диффузора 9, т.е. отношения  $F_{\text{вых}}/F_{\text{вх}}$  диффузора 9. В случае выполнения степени расширения диффузора 9 выхлопного патрубка 6 без учета величины радиального зазора 4 сопротивление такого выхлопного патрубка 6 относительно выше из-за заниженного значения  $n_g$ . Учет  $n_g$  периферийной степени реактивности и относительной величины радиального зазора 4 в совокупности определяют положительное влияние высокоскоростной протечки через радиальный зазор 4. Действие указанной протечки аналогично эффекту вдува в пограничный слой вдоль наружного обвода 8 диффузора 9. Увеличение степени расширения диффузора 9 за счет наружного 8 и (или) внутреннего 7 обводов позволяет уменьшить аэродинамическое сопротивление выхлопного патрубка 6, так как в диффузоре 9 благодаря закрученной высокоскоростной струе через радиальный зазор 4 реализуется безотрывное течение, что позволяет максимально использовать его восстановительную способность.

Оптимальность определения отношения  $F_{\text{вых}}/F_{\text{вх}}$  подтверждается данными экспериментальных исследований: оптимальная  $n_g = 2,08$  (фиг. 3, кривая 13), безотрывность течения на периферии диффузора 9 (фиг. 6), повы-

шение КПД (фиг. 7) и распределение относительной скорости (фиг. 8).

**Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я**  
Выхлопная часть турбомашин, содержащая турбинную ступень, образованную направляющим аппаратом и рабочим колесом, последнее установлено с радиальным зазором ( $\delta_r$ ) относительно статора, и расположенный за турбинной ступенью выхлопной патрубок с внутренним и наружным обводами, образующими диффузор, отличающаяся тем, что, с целью повышения экономичности, отношение площади  $F_{\text{вых}}$  на выходе из диффузора к площади  $F_{\text{вх}}$  на его входе определяют исходя из выражения

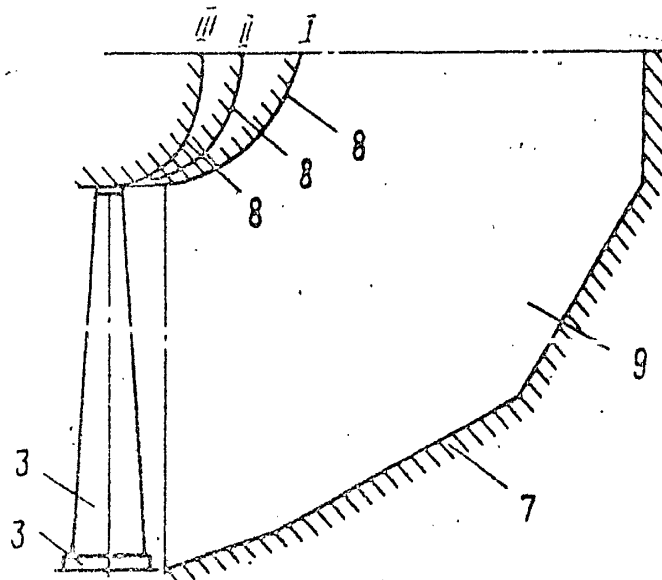
$$\frac{F_{\text{вых}}}{F_{\text{вх}}} = (0,95 \dots 1,05) \frac{F_{\text{вых.о}}}{F_{\text{вх}}} \left[ 1 + \frac{45 \tan \beta_{1n}}{\tan \beta_{1n} - \tan \alpha_{1n}} \bar{\delta}_r \right],$$

где  $\bar{\delta}_r = \delta_r/D_n$  - относительный радиальный зазор между рабочим колесом и статором;

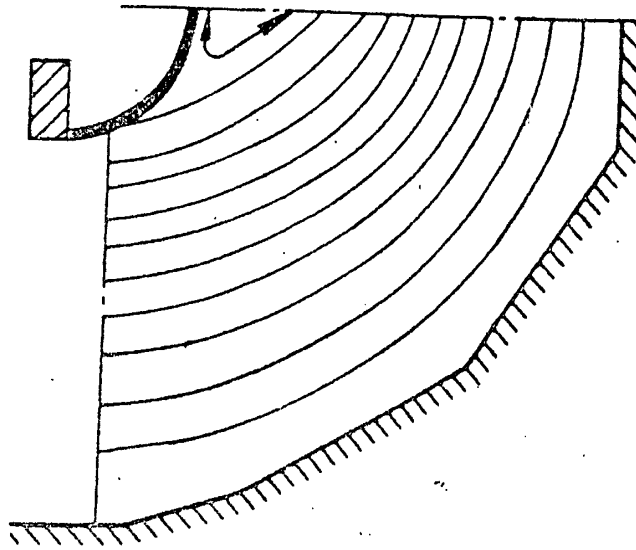
$D_n$  - периферийный диаметр входного сечения диффузора;

$\alpha_{1n}, \beta_{1n}$  - углы выхода из лопаток направляющего аппарата и входа в лопатки рабочего колеса на периферии турбинной ступени;

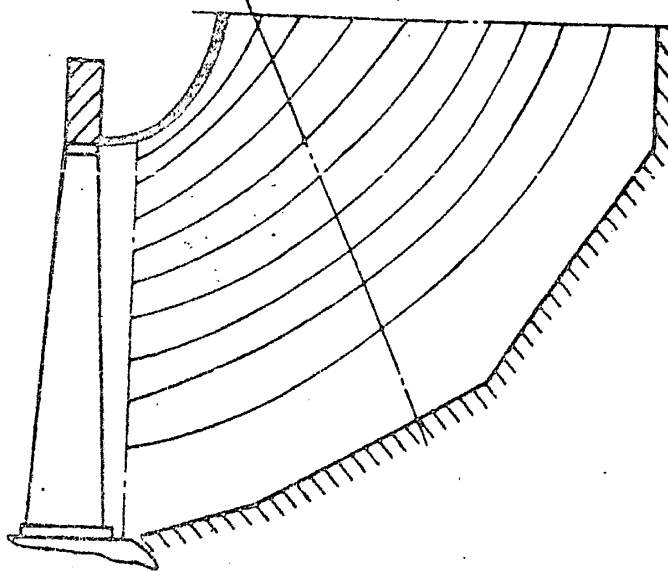
$F_{\text{вых.о}}$  - площадь на выходе диффузора при  $\delta_r = 0$ .



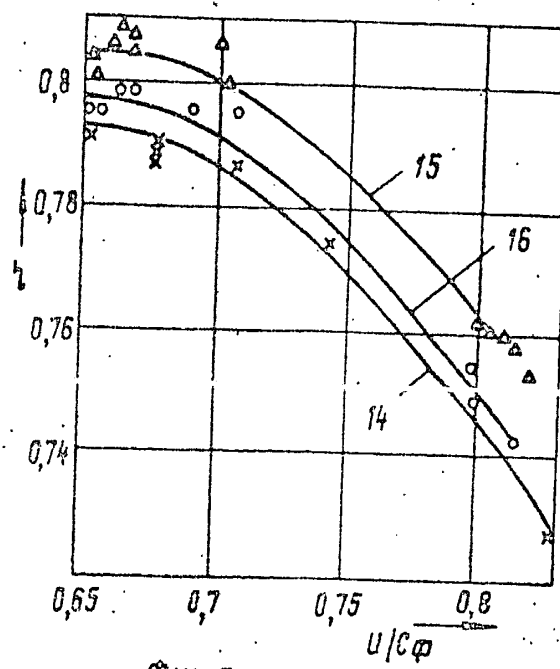
Фиг. 2



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

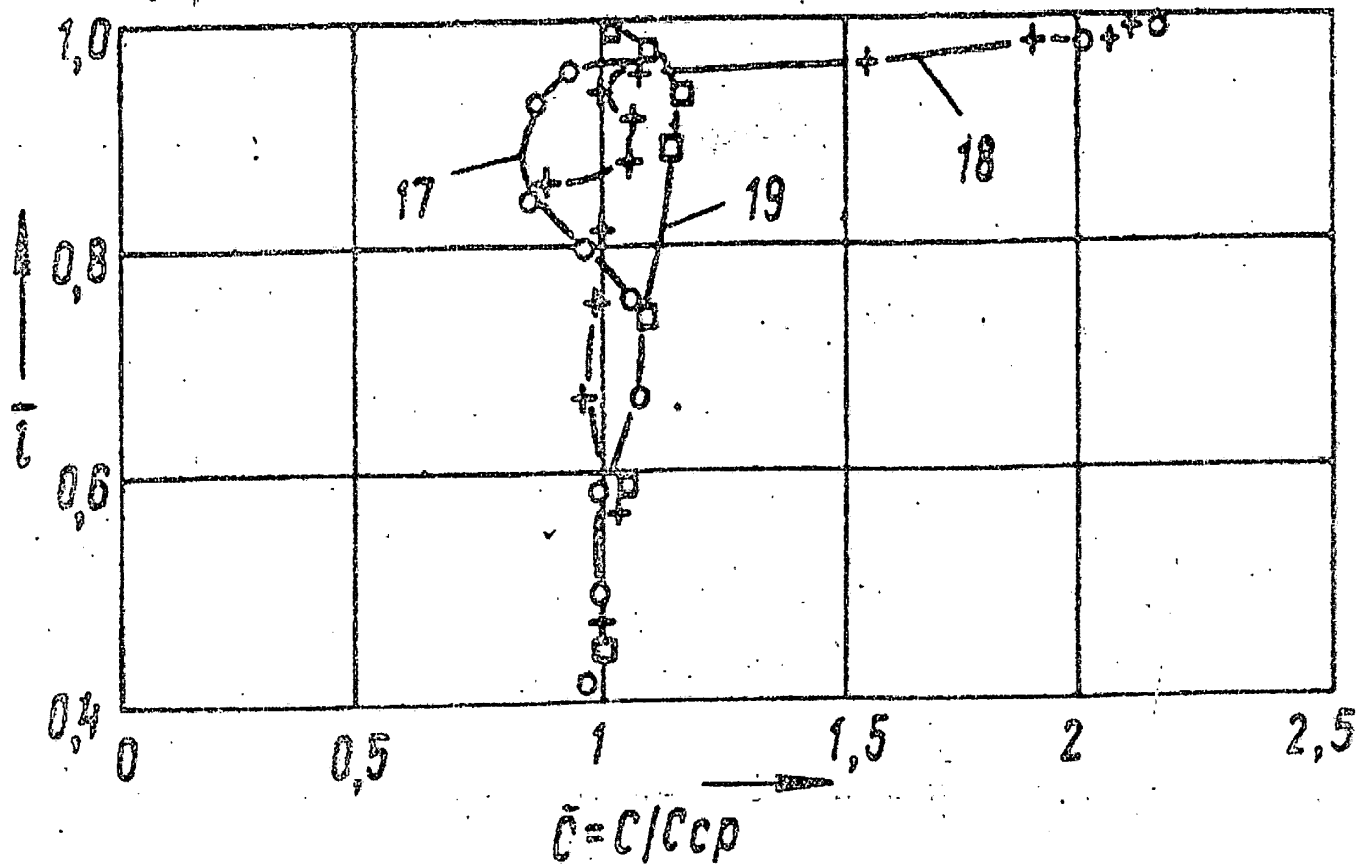


рис. 8